

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-277363

(P2005-277363A)
(43) 公開日 平成17年10月6日 (2005. 10. 6)

(51) Int. Cl. ⁷	F1	ターアコード (特許)
HO1L 21/30	S15D	SFO46
HO1L 21/30	S03G	

審査請求 未請求 請求項の発 40 OL (全 39 頁)

(21) 出願番号	特開2004-151714 (P2004-151714)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成16年5月21日 (2004. 5. 21)		株式会社ニコン
(31) 優先権主張番号	特開2003-146423 (P2003-146423)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(32) 優先日	平成15年5月23日 (2003. 5. 23)	(74) 代理人	100054808
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		井選手 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特開2003-305280 (P2003-305280)	(74) 代理人	100105778
(32) 優先日	平成15年8月28日 (2003. 8. 28)		井選手 高樹 国男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100101465
(31) 優先権主張番号	特開2004-48231 (P2004-48231)		井選手 青山 正和
(32) 優先日	平成15年2月25日 (2004. 2. 25)	(74) 代理人	100107836
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		井選手 西 和隆
		(72) 発明者	小林 直行
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内

(54) 発明の名称 露光装置及びデバイス製造方法

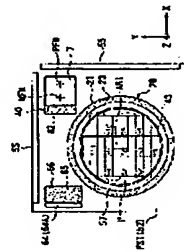
最良な態様に基づく

(57) 要約

【課題】 投影光学系と液体とを介して基板上にパターンを投影して露光する際、不要な液体を除去して所望のデバイスパターンを基板上に形成可能な露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置は、投影光学系と液体とを介して基板上にパターンの像を投影し、基板を露光する露光装置であって、投影光学系の像面付近に設置された部品上に残留した液体を除去する液体除去機構を備えている。

(58) 図3



【特許請求の範囲】

- 【請求項 1】
投影光学系と液体とを介して基板上にパターンの像を投影し、前記基板を露光する露光装置において、
前記投影光学系の像面付近に設置された部品上に残留した液体を除去する液体除去機構を備えたことを特徴とする露光装置。
- 【請求項 2】
前記液体除去機構は前記部品に付着した液体を吸引する吸引装置を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。
- 【請求項 3】
前記液体除去機構は前記部品に液体を吹き付けることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。
- 【請求項 4】
前記部品は、前記投影光学系の光路の部品を含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 5】
液体の供給を行う液体供給機構を更に備え、
前記部品は、前記液体供給機構の供給ノズルを含むことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 6】
液体の回収を行う液体回収機構を更に備え、
前記部品は、前記液体回収機構の回収ノズルを含むことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 7】
前記部品は、前記基板の露光中に液体に接触することを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 8】
前記投影光学系の像面側で移動可能なステージを更に含むことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 9】
前記部品は、前記ステージの少なくとも一部、又は前記ステージに設けられている部品を含むことを特徴とする請求項 8 記載の露光装置。
- 【請求項 10】
前記部品は、前記基板ステージに設けられている計測部材を含むことを特徴とする請求項 9 記載の露光装置。
- 【請求項 11】
前記部品は、前記基板ステージに設けられている基準部材を含むことを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の露光装置。
- 【請求項 12】
前記投影光学系からの露光光を透過する光透過部を有する上板と、該上板の光透過部を通過した光を受光する受光系とを有する計測系を更に備え、
前記部品は、前記計測系の上板を含むことを特徴とする請求項 9～11 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 13】
前記液体除去機構の少なくとも一部は、前記基板ステージに設けられていることを特徴とする請求項 8～12 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 14】
前記部品表面は露液性であることを特徴とする請求項 1～13 のいずれか一項記載の露光装置。
- 【請求項 15】

前記液体除去機構は、前記部品表面の所定領域に残留している液体を、その所定領域の外側へ移動させることを特徴とする請求項1、3～14のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項16】
前記液体除去機構は、所定の気体又は乾燥気体を使って、前記液体の除去を行うことを特徴とする請求項1、3～15のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項17】
前記液体除去機構は、所定の薬液ガスを適用することを特徴とする請求項16記載の露光装置。

【請求項18】
前記液体除去機構は、前記部品を洗浄した後に液体除去を行うことを特徴とする請求項1～17のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項19】
前記部品表面の状態を検出する検出装置を更に備えたことを特徴とする請求項1～18のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項20】
前記液体除去機構は、露光前または露光後に、前記露光装置の後面付近に配置された部品上に残留した液体を除去することを特徴とする請求項1～19のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項21】
更に、露光中に基板上的液体を回収する液体回収機構を備えることを特徴とする請求項1～20のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項22】
前記液体除去機構は、前記ステップ上に設けられた部品上に残留した液体を除去する第1液体除去機構と、前記露光装置の先端に配置した液体を除去する第2液体除去機構とを備えることを特徴とする請求項8～21のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項23】
前記液体除去機構は、前記ステップに設けられ且つ前記ステップから上方に向かって気体を出出す気体吹き付けノズルを備えることを特徴とする請求項8～22のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項24】
前記液体除去機構を制御する制御装置を備え、
前記制御装置は、基板のアンロード時に液体除去機構による液体除去を実行するように前記液体除去機構を制御することを特徴とする請求項1～23のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項25】
更に、液没領域の液体に接触する光学部材と、フォカス検出系とを備え、前記フォカス検出系から検出された光が光学部材と液体とを透過して基板に照射することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項26】
前記液体除去機構は、基板面方向に移動可能な気体噴出し部を有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項27】
前記液体除去機構は、前記液体と気体とを選択的に照射するノズルを備える装置であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項28】
更に、前記液体を供給する液体供給機構を備え、液体供給機構からの液体と、前記液体供給機構のノズルからの液体との配流を切り換える配流切換機構を備えることを特徴とする請求項27記載の露光装置。

【請求項29】
更に、前記気体噴出しノズルを備えた液体受け部材と、液体受け部材を露光光学系に相

おして移動させるアクチュエータとを備えることを特徴とする請求項26に記載の露光装置。

【請求項30】
前記気体噴出し部に、基板に正又は負の圧力を選択的に加える系を備えることを特徴とする請求項26記載の露光装置。

【請求項31】
基板の一部に液没領域を形成し、露光光学系と液体とを介して前記基板上にパターン像を投影することによって、前記基板を露光する露光装置において、
前記基板を保持して移動可能な基板ステージと、
前記液没領域を形成するために液体の供給を行う液体供給機構と、
前記基板上の液体を回収する第1液体回収機構と、
前記基板ステージに設けられた回収口を有し、前記基板の露光終了後に液体の回収を行う第2液体回収機構とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項32】
前記基板の露光終了後に、前記第1及び第2液体回収機構の両方を使って液体の回収を行うことを特徴とする請求項31記載の露光装置。

【請求項33】
前記基板の露光中に前記液没領域を形成するために、前記液体供給機構による液体供給と前記第1液体回収機構による液体回収とを同時に行うことを特徴とする請求項31又は32記載の露光装置。

【請求項34】
前記第2液体回収機構は、前記基板の露光中に前記基板の外側に流出した液体の回収を行うことを特徴とする請求項31～33のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項35】
更に、前記第1及び第2液体回収機構とは異なる液体除去機構を備えることを特徴とする請求項31～34のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項36】
露光光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射することによって、前記基板を露光する露光装置において、
前記露光装置の後面側付近に配置される部品の表面状態を検出する検出装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項37】
前記検出装置は、前記部品表面に付着した粉物を検出することを特徴とする請求項36記載の露光装置。

【請求項38】
前記部品表面は、前記露光装置の光学系側の光学系表面を含むことを特徴とする請求項36又は37記載の露光装置。

【請求項39】
更に、前記部品表面を洗浄する洗浄装置と、前記洗浄装置を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は前記検出装置の検出結果に応じて洗浄装置を動作することを特徴とする請求項36～38のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項40】
請求項1～請求項39のいずれか一項記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【装置の詳細な説明】
【技術分野】
【0001】
本説明は、露光光学系と液体とを介して基板上にパターンを露光する露光装置及びデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

することを旨とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図27に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各図面に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【0009】

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（L）とを介して基板（P）上にパターンニングの像を投影し、基板（P）を露光する露光装置において、投影光学系（PL）の像面付近に設置された部品（2、7、13、14、31、32、151、152）上に残留した液体（L）を除去する液体除去機構（40、50、160、174、178、180、183、251、257）を備えたことを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、投影光学系の像面付近に配置されている部品、例えば、投影光学系先端の光学素子、ショット領域の位置決め用基盤部材、各種センサ、光透過光学部材、液体供給機構及び回収機構のうち少なくとも一方のノズルなどの上に残留した不潔な液体を液体除去機構で除去することにより、残留した液体の落下や飛散、それら部品上の付着跡（ウォーターマーク）の発生を防止できる。したがって、所望のパターンを高精度で基板に形成することができる。

【0011】

本発明の露光装置は、基板（P）上の一部に液没領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と液体（L）とを介して基板（P）上にパターニングの像を投影することによって、基板（P）を露光する露光装置において、基板（P）を保持して移動可能な基板ステージ（PST）と、液没領域（AR2）を形成するために液体（L）の供給を行う液体供給機構（100）と、基板（P）上の液体（L）を回収する第1液体回収機構（30）と、基板（P）と、基板（P）上の液体（L）を回収する第2液体回収機構（20）とを有し、基板（P）の露光終了後に液体（L）の回収を行う第2液体回収機構（20）とを備えたことを特徴とする。

【0012】

本発明によれば、液没露光終了後、基板（P）上の液没領域の液体を第1液体回収機構だけでなく、ステージ上に回収口を有する第2液体回収機構で回収することによって、残留した液体の落下や飛散、あるいは残留液体の付着跡の発生を防止できる。したがって、所望のパターニングを高精度で基板に形成することが可能となる。

【0013】

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（L）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射することによって、基板（P）を露光する露光装置において、投影光学系（PL）の像面側付近に設置される部品（2、151、152など）の表面に液体を排出する排出装置（100）を備えたことを特徴とする。

【0014】

本発明によれば、排出装置を使って、投影光学系の像面付近に配置される部品の表面に液体（液体などの異物が付着しているか否かなど）を排出することができるので、その結果に応じて適切な処理、例えば部品表面の異物除去などを行うことができる。

【0015】

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光装置（EX）を用いることを特徴とする。本発明によれば、露光装置や露光光学系の像面付近の光学素子に対する付着跡の発生を抑えた状態で所望の性能を有するデバイス製造を製造することができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、投影光学系の像面付近に配置されている部品上に残留した不潔な液体を除去することにより、残留した液体の落下に起因する露光装置の腐び等の発生を防止することができる。特に、投影光学系の先端の光学素子に残留している液体を除去

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイス、マスク上に形成されたパターンを感光性の感光剤上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用する露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高精度化に対応するために露光装置の更なる高精度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数（NA）が高くなる。そのため、露光装置で用いられる露光波長は年々短縮化されており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度（DOF）も重要となる。解像度R、及び焦点深度はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。ここで、 λ は露光波長、NAは露光波長を短くするために、露光波長を短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度が深くなる。したがって、

【0003】

焦点深度が深くなり過ぎると、投影光学系の像面に於いて露光装置を動かさなければならない。露光動作時のマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光装置を短くし、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている露光装置が提案されている。この露光装置は、投影光学系の下面と基板とを水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中の露光波長が、空気中の $1/n$ （ n は液体の屈折率で通常1.2～1.6程度）になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約1.2倍に拡大するというものである。

【特許文献1】 国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記従来技術には以下に述べる問題が存在する。

【0005】

上記特許文献1に開示されている露光装置は液没領域を基板の一部に形成するように液体の供給及び回収を行う構成であるが、液没露光終了後、液没領域の液体が十分に回収されない状態で、例えば基板ステージ上の露光をアンロードして新たな基板をロードするためには基板ステージがロード・アンロード位置まで移動する。投影光学系の先端や液体供給ノズルあるいは回収ノズルに残留（付着）していた液体が周囲の露光装置や部材、例えばステージのガイド面やステージの平坦計測用の反射面等に落下する可能性がある。

【0006】

また、投影光学系の先端の光学素子に液体が残留していると、この残留していた液体が気化した後に投影光学系の先端の光学素子に付着跡（所謂ウォーターマーク）を致し、次の露光処理の際に露光上に形成されるパターンに露光等及ぼす可能性がある。また、露光処理以外にも基板ステージ上の基板の周りに配置されている基盤面材や基盤面材を十部材を扱うときに液没領域を形成することが考えられるが、それらの液没領域の液体を十分に回収しきれず、それらの部材上に付着跡が残ったり、それらの部材上に残った液体が飛散する可能性がある。

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と液体とを介して露光にパターンニングを露光して露光する際、不要な液体を十分に除去して所望のデバイスパターンを露光上に形成可能な露光装置、及びこの露光装置を用いるデバイス製造方法を提供

され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ計56の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを介してXYステージ53を駆動する。また、基板ステージPSTに支持されている基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。

[0028]

また、制御装置CONTは基板ステージ駆動装置PSTDを介して基板ステージPSTのZステージ52を駆動することにより、Zステージ52に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォカス位置）、及び θ X、 θ Y方向における位置を制御する。すなわち、Zステージ52は、フォカス検出系4の検出結果に基づく制御装置CONTからの指令に基づいて動作し、基板Pのフォカス位置（Z位置）及び傾斜角を制御して基板Pの表面（露光面）を露光光学系PL及び液体1を介して形成される像面に合わせ込む。

[0029]

基板ステージPST（Zステージ52）上には、基板Pを囲むように補助プレート57が設けられている。補助プレート57は基板ホルダに保持された基板Pの表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板Pのエッジと補助プレート57との間には0.1〜2mm程度の隙間があるが、液体1の表面張力によりその隙間に液体1が流れ込むことはほとんどなく、基板Pの周縁近傍を露光する場合にも、補助プレート57により露光光学系PLの下に液体1を保持することができる。

[0030]

露光光学系PLの先端近傍には、基板P上のアライメントマークあるいはZステージ52上に設けられた基準マークを検出する基板アライメント系5が設けられている。また、マスキング装置MSTの近傍には、マスキングと露光光学系PLとを介してZステージ52上に設けられた基準マークを検出するマスキングアライメント系6が設けられている。なお、基板アライメント系5の構成としては、例えば特開平4-65603号公報に開示されているものを用いることができ、マスキングアライメント系6の構成としては、特開平7-17648号公報に開示されているものを用いることができる。

[0031]

基板アライメント系5の近傍には、Zステージ52に設けられている補正基準マークを有する補正部材に残留した液体1を除く第1液体除去装置40が設けられている。また、基板ステージPSTには、液体1の回収を行う第2液体回収装置20が設けられている。

[0032]

液体供給機構10は、液没領域AR2を形成するために基板P上に所定の液体1を供給するものであって、液体1を送出可能な第1液体供給部11及び第2液体供給部12と、第1液体供給部11に流路を有する供給管11Aを介して接続され、この第1液体供給部11から送出された液体1を基板P上に供給する第1供給ノズル13と、第2液体供給部12に流路を有する供給管12Aを介して接続され、この第2液体供給部12から送出された液体1を基板P上に供給する第2供給ノズル14と、第1液体供給部11、第2液体供給部12、第1供給ノズル13、第2供給ノズル14は液没露光中において液没領域AR2の液体1に接触する。第1、第2供給ノズル13、14は基板Pの表面に近接して配置されており、基板Pの面方向において互いに異なる位置に設けられている。具体的には、液体供給機構10の第1供給ノズル13は液没領域AR1に対して走査方向（+X側）に設けられ、第2供給ノズル14は他方側（+X側）に設けられている。

[0033]

第1、第2液体供給部11、12のそれぞれは、液体1を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、供給管11A、12A及び供給ノズル13、14のそれぞれを介して基板P上に液体1を供給する。また、第1、第2液体供給部11、12の液体供給動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは第1、第2液体供給部11、12による基板P上に対する単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能であ

る。また、第1、第2液体供給部11、12のそれぞれは液体1の液没領域供給を有しており、装置が収容されるチャンバ内の温度とほぼ同じ23℃の液体1を基板P上に供給するようにになっている。

[0034]

また、液体供給部11、12から供給される純水（液体）は、透過率99.9%/mm以上とするのが好ましく、その場合、純水中に溶解している炭素化合物のうち有機炭素化合物中の炭素の量を示すTOC（total organic carbon）は3ppb未満に抑えるのが望ましい。

[0035]

液体回収機構（第1液体回収装置）30は基板P上の液体1を回収するものであって、基板Pの表面に近接して配置された回収口を有する第1、第2回収ノズル31、32と、この第1、第2回収ノズル31、32に流路を有する回収管33A、34Aを介してそれぞれ接続された第1、第2液体回収部33、34とを備えている。第1、第2回収ノズル31、32は液没露光中において液没領域AR2の液体1に接触する。第1、第2回収ノズル33A、34Aを介して回収する。第1、第2液体回収部33、34の液体回収動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは第1、第2液体回収部33、34による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。

[0036]

図2は、液体供給機構10及び液体回収機構30の概略構成を示す平面図である。図2に示すように、露光光学系PLの液没領域AR1はY軸方向（非走査方向）を長手方向とするスリット状（矩形状）に設定されており、液体1が溜められた液没領域AR2は液没領域AR1を含むように基板P上に形成される。そして、液没領域AR1の液没領域AR2を形成するための液体供給機構10の第1供給ノズル13は液没領域AR1に対して走査方向（+X側）に設けられ、第2供給ノズル14は他方側（+X側）に設けられている。第1、第2供給ノズル13、14のそれぞれはY軸方向を長手方向とする平面積直線状に形成されており、その供給口は基板Pの表面を向くように設けられ、Y軸方向を長手方向とするスリット状に形成されている。液体供給機構10は、第1、第2供給ノズル13、14の供給口より、液没領域AR1の両側で液体1を同時に供給する。

[0037]

液体回収機構30の第1、第2回収ノズル31、32のそれぞれは基板Pの表面を向くように円弧状に連続的に形成された回収口を有している。そして、互いに向き合うように配置された第1、第2回収ノズル31、32により略円環状の回収口が形成されている。第1、第2回収ノズル31、32それぞれの回収口は液体供給機構10の第1、第2供給ノズル13、14、及び液没領域AR1を取り囲むように配置されている。また、液没領域AR1を取り囲むように連続的に形成された回収口の内部に液没の仕切部材35が設けられている。

[0038]

第1、第2供給ノズル13、14の供給口から基板P上に供給された液体1は、露光光学系PLの先端部（光学系2）の下端面と基板Pとの間に溜められるように供給される。また、第1、第2供給ノズル13、14より供給された液体1は、第1、第2回収ノズル31、32の回収口より回収される。

[0039]

図3は、基板ステージPSTのZステージ52を上から見た液没平面図である。矩形状のZステージ52の互いに垂直な2つの側面には移動機構55が配置されており、Zステージ52のほぼ中央には不図示のホルダを介して基板Pが保持されている。基板Pの周囲には、上述したように、基板Pの表面とほぼ同じ高さの平面を有する補助プレート57が設けられている。そして、補助プレート57の周囲には、液体1の回収を行う第2液体回収装置30の一隅を構成する液体回収部材21が設けられている。液体回収部材21は所

定幅を有する裁断部材であって、Zステージ5 2上に裁状に形成された検部（回収口）2 3に配置されている。液体回収部材2 1は、例えば多孔質セラミックス等の多孔性材料により構成されている。あるいは液体回収部材2 1の形成材料として多孔性材料であるスポンジを用いても良い。多孔性材料からなる液体回収部材2 1は液体1を所定量検部可能である。

【0040】

図4は、第2液体回収装置2 0を示す断面図である。第2液体回収装置2 0は、Zステージ5 2上に裁状に形成された検部（回収口）2 3に配置された上述の液体回収部材2 1と、Zステージ5 2内部に形成され、検部2 3と連通する流路2 2と、Zステージ5 2外部に設けられ、その一端部を流路2 2に接続した管2 6と、管2 6の他端部に接続され、Zステージ5 2外部に設けられたタンク2 7と、このタンク2 7にバルブ2 8を介して接続された吸引装置であるポンプ2 9とを備えている。タンク2 7には排出流路2 7 Aが設けられており、液体1が所定量溜まった排出流路2 7 Aより排出されるようになっている。そして、液体回収装置2 0は、ポンプ2 9を駆動し、液体回収部材2 1で回収された液体1を、タンク2 7に汲み込むようにして集める。

【0041】

Zステージ5 2の1つのコーナーには基盤部材7が設けられている。基盤部材7には、基板アライメント系5により排出される基盤マークPFMと、マスクアライメント系6により排出される基盤マークMFMとが所定の位置関係で設けられている。また、基盤部材7の表面はほぼ平坦となっており、フォーカス検出系4の基盤面としての役割も果たす。なお、フォーカス検出系4の基盤面を基盤部材7とは別にZステージ5 2上に設けてもよい。また、基盤部材7と補助プレート5 7とを一体で設けてもよい。

【0042】

そして、Zステージ5 2上において基盤部材7の近傍には、基盤部材7に残留した液体1を除去する第1液体除去装置CONTは、液体回収部材4 2が設けられている。更に、Zステージ5 2の別のコーナーには、投影光学系PLの先端の光学素子2や先端付近の鏡面PKに残留した液体1を除去する第2液体除去装置6 0が設けられている。

【0043】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基盤Pに露光する手順について、図2 6のフローチャート図を参照しながら説明する。

【0044】

液体供給機構1 0から液体1の供給を行う前に、基板P上に液体1が無い状態で、まず計測処理が行われる。制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AXが図3の破線矢印4 3に沿って進むようにレーザ干渉計5 6の出力をモニタしつつXYステージ5 3を移動する。その移動の途中で、基板アライメント系5は、ショット領域S1～S1 1に応じて基板P上に形成されている複数のアライメントマーク5を液体1を介せずに検出する（ステップSA1）。なお、基板アライメント系5がアライメントマークの検出を行うときはXYステージ5 3は停止される。その結果、レーザ干渉計5 6によって規定される距離系内での各アライメントマークの位置情報が計測される。なお、基板アライメント系5によるアライメントマークの検出は、基板P上の全てのアライメントマークを検出するよりもよい。その一部を検出するのみでもよい。

【0045】

また、そのXYステージ5 3の移動中に、フォーカス検出系4により基板Pの表面情報（図2 6に示す）が検出される（ステップSA2）。フォーカス検出系4による表面情報の検出は基板P上の全てのショット領域S1～S1 1毎に行われ、検出結果は基板Pの歪み方向（X軸方向）の位置を対応させて制御装置CONTに記憶される。なお、フォーカス検出系4による表面情報の検出は、一部のショット領域に於いて行うだけでもよい。

【0046】

基板Pのアライメントマークの検出、及び基板Pの表面情報の検出が終了すると、制御装置CONTはアライメント系5の検出結果が基盤部材7上に位置決めされるように、制御装置CONT

はXYステージ5 3を移動する。基板アライメント系5は基盤部材7上の基盤マークPFMを検出し、レーザ干渉計5 6によって規定される距離系内での基盤マークPFMの位置情報を計測する（ステップSA3）。

【0047】

この基盤マークPFMの検出処理の完了により、基盤マークPFMと基板P上の複数のアライメントマークとの位置関係、すなわち、基盤マークPFMと基板P上の複数のショット領域S1～S1 1との位置関係がそれぞれ求められたことになる。また、基盤マークPFMと基盤マークMFMとは所定の位置関係にあるので、XY平面内における基盤マークMFMと基板P上の複数のショット領域S1～S1 1との位置関係がそれぞれ決定されたことになる。

【0048】

また、基板アライメント系5による基盤マークPFMの検出の前または後に、制御装置CONTは基盤部材7の表面（基盤面）の表面情報をフォーカス検出系4により検出する（ステップSA4）。この基盤部材7の表面の検出処理の完了により、基盤部材7表面と基板P表面との関係が求められたことになる。

【0049】

次に、マスクアライメント系6により基盤部材7上の基盤マークMFMを検出できるように、制御装置CONTはXYステージ5 3を移動する。当然のことながらこの状態では投影光学系PLの先端部と基盤部材7とは対向している。ここで、制御装置CONTは液体供給機構1 0及び液体回収機構3 0による液体1の供給及び回収を開始し、投影光学系PLと基盤部材7との間を液体1で満たして液没領域を形成する。なお、基盤部材7のXY方向の大きさは、供給ノズル1 3、1 4及び回収ノズル3 1、3 2より十分に大きく、基盤部材7上に液没領域AR2が円筒に形成されるようになっている。

【0050】

次に、制御装置CONTは、マスクアライメント系6によりマスクM、投影光学系PL及び液体1を介して基盤マークMFMの検出を行う（ステップSA5）。これにより投影光学系PLと液体1とを介して、XY平面内におけるマスクMの位置、すなわちマスクMのパターンの各の位置位置情報が基盤マークMFMを使って検出されることになる。

【0051】

以上のようないずれの計測処理が終了すると、制御装置CONTは、液体供給機構1 0による基盤部材7上の液体1の供給動作を停止する。一方で、制御装置CONTは液体回収機構3 0による基盤部材7上の液体1の回収動作を所定期間継続する（ステップSA5. 1）。そして、前記所定期間が経過した後、制御装置CONTは、液体回収機構3 0による回収動作を停止するとともに、液体回収機構3 0で回収しきれずに基盤部材7上に残留した液体1を除去するために、基盤ステージPSTを移動する。

【0052】

図5は、基盤ステージPST（Zステージ5 2）上に設けられている基盤部材7に残留した液体1を、液体除去機構の一部を構成する第1液体除去装置4 0が除去している様子を示す図であって、図5（a）は縦断側面図、図5（b）は断面図である。図5において、第1液体除去装置4 0は、気体を基盤部材7に対して吹き付ける吹き付け装置4 1と、基盤部材7に隣接して設けられた液体回収部材4 2とを備えている。吹き付け装置4 1は、気体を送出可能な気体供給部4 1 Aと、気体供給部4 1 Aに接続されたノズル部4 3とを備えている。ノズル部4 3の吹き出し口4 3 Aはスリット状に形成されており、基盤部材7に近接して配置されている。そして、液体回収部材4 2は、基盤部材7を挟んでノズル部4 3の吹き出し口4 3 Aと対向する位置に設けられている。気体供給部4 1 A及びノズル部4 3は投影光学系PLとは独立した不図示の支持部に支持されており、液体回収部材4 2は、Zステージ5 2に設けられた回収口である流路4 4に配置されている。液体回収部材4 2は、第2液体回収装置2 0の液体回収部材2 1同様、例えば多孔質セラミックやスポンジ等の多孔性材料により構成されており、液体1を所定量検部可能である。気体供給部4 1 Aより気体が排出されることにより、ノズル部4 3のスリット状の吹き出し

ロ43Aを介して吸送気体が基型部材7に吸め方向から吹き付けられるようになっている。制御装置CONTは、第1液体供給装置40のノズル部43より吹き飛ばして除去する気体を吹き付けることにより、基型部材7上に残留していた液体1を吹き飛ばして除去する(ステップSA5、2)。このとき制御装置CONTは、第1液体供給装置40のノズル部43に対して基型部材7に吹き付けることにより、基型部材7を移動しながらノズル部43より気体を基型部材7に吹き付けることにより、基型部材7の全面全体に清潔な気体を吹き付けることができる。吹き飛ばされた液体1は、ノズル部43の吹き出し口43Aと対向する位置に配置されている液体吸収部材42に保持(回収)される。

【0053】

図5(b)に示すように、2ステージ52内部には、腔部44と連通する流路45が形成されており、腔部44に配置されている液体吸収部材42の腔部は流路45に接続されている。液体吸収部材42を配置した腔部44に接続されている流路45は、2ステージ52外部に設けられている管部46の一端部に接続されている。一方、管部46の他端部は、2ステージ52外部に設けられたタンク47及びバルブ48を介して吸引装置であるポンプ49に接続されている。タンク47には排出流路47Aが設けられており、液体1が所定量溜まった後排出流路47Aより排出されるようになっている。そして、第1液体供給装置40は、気体供給部41Aを駆動するとともにポンプ49を駆動し、液体吸収部材42で回収された液体1を、タンク47に吸い込むようにして集める。

【0054】

次いで、制御装置CONTは、基板P上の各ショット領域S1～S11を露光するため、XYステージ53を移動して露光光学系PLと基板Pとを対向させる(ステップSA6)。露光光学系PLと基板Pとを対向させた後、制御装置CONTは、液体供給機構10を駆動して基板P上に於ける液体供給動作を開始する。液没領域AR2を形成するため液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12のそれぞれから送出された液体1は、供給管11A、12Aを流過した後、第1、第2供給ノズル13、14を介して基板P上に供給され、露光光学系PLと基板Pとの間に液没領域AR2を形成する。このとき、第1、第2供給ノズル13、14の供給口は液没領域AR1のX軸方向(走査方向)側に配置されており、制御装置CONTは、液体供給機構10の供給口より液没領域AR1の両側で基板P上の液体1の供給を同時に行う。これにより、基板P上に供給された液体1は、少なくとも液没領域AR1より広い範囲の液没領域AR2を基板P上に形成する。また、制御装置CONTは、液体回収機構30の第1、第2液体回収部33、34を制御し、液体供給機構10による液体1の供給動作と並行して、基板P上の液体回収動作を行う。つまり、制御装置CONTは、基板Pの露光中に液没領域AR2を形成するために、液体供給機構10による液体供給と液体回収機構(第1液体回収機構)30による液体回収とを同時に行う(ステップSA7)。これにより、第1、第2供給ノズル13、14の供給口より液没領域AR1に対して外側に流れ出る基板P上の液体1は、第1、第2回収ノズル31、32の回収口より回収される。このように、液体回収機構30は、液没領域AR1を取り囲むように設けられている回収口により基板P上の液体1の回収を行う。

【0055】

そして、前述の計測処理中に求めた各情報を使って、基板P上の各ショット領域S1～S11を走査露光する(ステップSA8)。すなわち、各ショット領域のそれぞれに対する走査露光中には、液体1の供給部に求めた基準マークPPFMと各ショット領域S1～S11との位置関係の情報、及び液体1の供給後に基準マークMFMを使って求めたマークMのパターンの像の表徴位置情報に基づいて、基板P上の各ショット領域S1～S11とマークMとの位置合わせが行われる。

【0056】

また、各ショット領域S1～S11に対する走査露光中は、液体1の供給前に求めた基板Pの表面情報、及び走査露光中にフォーカス検出系4を使って検出される基板P表面の面情報に基づいて、フォーカス検出系4を使うことなしに、基板P表面と液体1を介して形成される像面との位置関係が調整される。

【0057】

本実施形態において、液没領域AR1の走査方向両側から基板Pに対して液体1を供給する際、制御装置CONTは、液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12の液体供給動作を制御し、走査方向に関して、液没領域AR1の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。例えば、基板Pを+X方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置CONTは、液没領域AR1に対して−X方向(すなわち第1供給ノズル13)からの液体量を、+X側(すなわち第2供給ノズル14)からの液体量よりも多くし、一方、基板Pを−X方向に移動しつつ露光処理する場合、液没領域AR1に対して+X側からの液体量を、−X側からの液体量よりも多くする。

【0058】

基板P上の各ショット領域S1～S11の走査露光が終了すると、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給を停止するとともに、基板ステージPSTに設けられた第2液体回収装置20の回収口23が露光光学系PLと対向するように基板ステージPSTを移動する。そして、制御装置CONTは、液体回収機構(第1液体回収機構)30と第2液体回収装置20とを併用して、露光光学系PLの下に形成されている液体1の回収を行う(ステップSA9)。このように、基板ステージPSTの上方に回収口が配置されている液体回収機構(第1液体回収装置)30と、基板ステージPST上に回収口が配置されている第2液体回収装置20とで同時に液没領域AR2の液体1を回収するようにしていることで、露光光学系PLの先端や基板P上に液体1が残留することを防止できる。

【0059】

なお、第2液体回収装置20は、基板Pの露光終了後に、液没領域AR2の液体1を回収するものであるが、液没露光中に、基板P(補助プレート57)の外側に突出した液体1を回収するようにしてもよい。また、第2液体回収装置20の回収口23は、基板Pの両側に横溝(凹線)状に設けられているが、基板Pの露光終了後の基板ステージPSTの移動方向を考慮して、基板P(補助プレート57)近等の所定位置に部分的に設けるようにしてもよい。また、液没露光の前後においては、回収動作に伴う振動が大きくなることも許容されるため、液体回収機構30の回収パワーを液没露光中よりも大きくしてもよい。

【0060】

また、液没露光終了後、基板P上の液体1を回収しきれない場合、基板Pは部品ではないけれども、例えばこの基板Pを支持した基板ステージPSTを移動して基板Pを露光光学系PLから離れた位置、具体的には前記吹き付け装置41の下方に配置し、基板Pに気体を吹き付け、吹き飛ばされた液体1を第2液体回収装置20で回収するようにしてもよい。もちろん、この気体吹き付け動作は、基板Pに対してのみならず、補助プレート57や補助プレート57外側のZステージ52表面に対して行うこともできる。

【0061】

つまり、第1液体供給装置40は基型部材7上に露光している液体1を除去するものであるが、基板ステージPST上において基型部材7以外の部品に残留した液体1を除去することも可能である。例えば、液没露光中に基板Pの外側に液体1が突出あるいは飛散し、基板ステージPST(Zステージ52)に液体1が配置された状態の場合、基板Pの露光終了後にこの基板ステージPST上の液体1を第1液体供給装置40で回収することができ、この場合、第1液体供給装置40の吹き付け装置41で吹き飛ばされた液体1を第2液体回収装置20の横溝(回収口)23に配置された液体吸収部材21で回収してもよい。

【0062】

また、吹き付け装置41のノズル部43を基板ステージPSTに対して移動可能に設け、基板Pの露光中や露光終了後において基板Pの外側に突出した液体1の回収を行うようにしてもよい。

【0063】

以上説明したように、基板ステージPST（Zステージ52）に設けられている基板部材7上に残留した液体1を除くことができる。また、基板Pの露光終了後、基板ステージPST上の回収口も使って液体1を回収するようにしたので、投影光学系PLの先端、あるいは基板P上の液体1の残存が防止でき、液体1の落下や飛散を防止できる。

【0064】
なお、上述の実施形態においては、第1液体除去装置40は基板部材7の近端に設置された液体回収部材42を有しているが、液体回収部材42を省略してもよい。この場合、基板部材7上から除去された液体1は露光動作や計測動作に影響がない基板ステージPST上の所定領域に残留させておくこともできる。

【0065】
図6は第1液体除去装置40の他の実施形態を示す図である。以下の説明において上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を省略もしくは省略する。図6において、第1液体除去装置40は、基板部材7上に付着している液体1を吸引する吸引部材81を備えている。吸引部材81は、タンク及びポンプを含む吸引部81Aと、吸引部81Aに接続された吸引ノズル82とを備えている。そして、吸引ノズル82の吸い込み口82Aが基板部材7に近接して配置されている。基板部材7上に残留した液体1を除く際には、吹き付け装置41が基板部材7に対して液体1を吹き付けるとともに、吸引部材81が基板部材7上の液体1を吸引する。

【0066】
なお、図6を参照して説明した例では、第1液体除去装置40には、吹き付け装置41と吸引部材81とが併設されているが、吸引部材81のみが設けられている構成であってもよい。吸引部材81は吸い込み口82Aより基板部材7上に残留している液体1を吸引すること、この液体1を除く（回収）可能である。なお、吸引部材81のノズル82を基板ステージPSTに対して移動可能に設け、基板Pの露光中や露光終了後に基板Pの外側に派出した液体1を回収するようにしてもよい。

【0067】
また、図6の実施形態においても、第1液体除去装置40は基板部材7の近端に設置された液体回収部材42を有しているが、液体回収部材42を省略してもよい。

【0068】
図7は第1液体除去装置40の他の実施形態を示す断面図である。図7に示すように、第1液体除去装置40は、基板部材7を覆う（基板部材7の上方に配置された）カバー部材84と、カバー部材84の内部空間に吸込気体を供給する吸込気体供給部85とを備えている。吸込気体供給部85は管路86を介して、基板部材7が配置されているカバー部材84の内部空間に乾燥気体を供給する。こうすることにより、基板部材7に残留した液体1の気化が促進され、液体1が除去される。

【0069】
なお、第1液体除去装置40は、基板ステージPSTに搭載されている基板部材7などの部品の液体を除去するようにしているが、特開平11-135400号に開示されているように、露光装置EXが基板ステージPSTとは別に計測部材やリフアレンスを備えるように、露光装置EXが基板ステージPSTには、そのステージ上の部品の液体を除去することでもできる。

【0070】
次に、図8を参照しながら、投影光学系PLの先端の光学系部2や先端付近の鏡面PKに残留した液体1などを除去する第2液体除去装置60について説明する。図8において、第2液体除去装置60は、投影光学系PLの先端の部品を構成する光学系部2やその近傍の鏡面PKに対して液体1を吹き付ける吹き付け装置61と、投影光学系PLの先端に設置し、吹き付け装置61による気体吹き付けにより吹き飛ばされて落下した液体を回収する回収装置（吸引装置）62とを備えている。吹き付け装置61は、気体供給部63と、

気体供給部63に接続され、Zステージ52の凹部64Bに設けられているノズル部64Aとを備えており、ノズル部64Aの吹き出し口64Aは上方に向けられて投影光学系PLの先端近傍に配置可能となっている。一方、回収装置62はZステージ52に設けられた回収口（排気）65と、回収口65に配置された多孔性材料からなる液体回収部材66と、Zステージ52内部に形成され、液体66に接続された管路67と、Zステージ52外部に設けられ、その一端部を管路67に接続した管路68と、管路68の他端部に接続され、Zステージ52外部に設けられたタンク69と、このタンク69にバルブ70を介して接続された吸引装置であるポンプ71とを備えている。タンク69には排出管路69Aが設けられており、液体1が所定量溜まった排出管路69Aより排出されるようになっている。そして、回収装置62は、ポンプ71を駆動し、液体回収部材66で回収された液体1を、タンク69に吸い込むようにして集める。

【0071】
本実施形態において、吹き付け装置61のノズル部64Aの吹き出し口64AはY軸方向を長手方向とするスリット状であり（図3参照）、回収装置62の回収口65は吹き出し口64Aの+X側に隣接する位置に、Y軸方向を長手方向とする矩形状に形成されている。そして、第2液体除去装置60は、基板Pの露光終了後に、基板Pの露光中に被覆領域AR2の液体1に接続した投影光学系PLの先端のみならず、液体供給部材10の供給ノズル（部品）13、14、液体回収部材30の回収ノズル（部品）31、32に残留した液体1の除去を行う。もちろん、投影光学系PLの先端のみ、あるいはノズルのみの液体の除去をすることもできる。

【0072】
基板Pに対する液没露光終了後（上記ステップSA8終了後）、制御装置CONTは、液体回収機構（第1液体回収装置）30を使って基板P上の液体1の回収を行う（ステップSA9）。そして、液体回収機構30による基板P上の液体1の回収が終了した後、制御装置CONTは基板ステージPSTを移動し、投影光学系PLの下に第2液体除去装置60を配置する。そして、第2液体除去装置60は、投影光学系PLの先端に対して吹き付け装置61のノズル部64より斜め方向から気体を吹き付け、この投影光学系PLの先端に残留した液体1を吹き飛ばして除去する（ステップSA10）。吹き飛ばされた液体1は落下し、回収装置62の液体回収部材66を配置した回収口65に回収される。ここで、制御装置CONTは、基板ステージPSTを例えば、吹き出し口64A及び回収口65の長手方向（Y軸方向）と直交するX軸方向に移動しつつ、第2液体除去装置60を駆動する。こうすることにより、投影光学系PLの先端はもちろん、その周囲に配置されている液体供給部材10の供給ノズル13、14や、液体回収部材30の回収ノズル31、32にも気体を吹き付け、これら供給ノズル13、14及び回収ノズル31、32に残留している液体1も除去することができ、

【0073】
以上説明したように、露光中の液没露光AR2の液体1に接続する投影光学系PLの先端、供給ノズル13、14、及び回収ノズル31、32に残留した液体1を除去することにより、図9の模式図に示すように、基板ステージPSTが投影光学系PLの下（露光処理位置A）から、基板Pをロード・アンロードする位置（ロード・アンロード位置B）まで移動しても、前記投影光学系PLの先端等に残留していた液体1が落下して周辺領域に飛散を与えたり汚染変化をもたらしたりするといった不都合の発生を抑えることができる。特に、投影光学系PLの先端の光学系部2に液体1を残存させないことにより付着（ウォーターマーク）の発生を抑制できる。

【0074】
そして、第2液体除去装置60を基板ステージPSTに設けたことにより、基板ステージPSTを移動しながら第2液体除去装置60を駆動すれば、新たなアタチエータを設けなくても、投影光学系PLや供給ノズル、回収ノズルに対して第2液体除去装置60を走査しながら気体を吹き付けることができる。また、例えば図9に示したように、液没露光終了後、露光処理位置Aからロード・アンロード位置Bまで移動する間に、第2液体除

るが、投影光学系PLの後面側で液体と接触する他の部品表面の異物を検出するようにしてよい。

[0093]

<第1液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態>
図16は、第1液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態を示す図である。本実施形態においては、Zステージ52に、投影光学系PLを介してその後面側（基板P側）に照射される光を受光する照度ムラセンサ（計測系）138の一部を構成する振動材（上板）138Aが設けられ、更にその近傍に振動材138Aから除去された液体を回収する液体回収部材142が追加されている。液体回収部材142はZステージ52に形成された体積収容部材142が追加されている。また、振動材138Aは、ガラス板の表面にクロムなどの透光性材料を含む弾性バネニッキングし、その中央部にピンホール138Pを設けたものである。また、振動材138Aの上面は弾性を有している。本実施形態においては、フッ素系化合物などの弾性を有する材料が振動材138Aの表面にニッキングされている。

[0094]

図17は、基板ステージPSTに設けられ、照度ムラセンサ138の一部を構成する振動材138Aに付着した液体を除きしている様子を示す図である。本実施形態において、照度ムラセンサ138は、第57-117238号公報に開示されているように、投影光学系PLを介して後面側に照射される露光光の照度（強度）を振動材138Aに計測して、投影光学系PLの後面側に照射される露光光の照度ムラ（照度分布）を計測するものである。照度ムラセンサ138は、基板ステージPST（Zステージ52）に設けられ、ガラス板の表面に透光膜をバネニッキングして、その中央部にピンホール138Pが形成された振動材138Aと、Zステージ52に埋設され、ピンホール138Pを通して光が照射される光学系138Cと、光学系138Cを通して光を受光する受光素子（受光素）138Bとを有している。なお、例えば光学系138Cと受光素子138Bとの間にリレー光学系を設け、受光素子138BをZステージ52の外側に配置することもできる。

[0095]

照度ムラセンサ138で照度分布の計測を行う場合、投影光学系PLと照度ムラセンサ138の振動材138Aとを対向させた状態で、その投影光学系PLと振動材138Aとの間に液体を溜めるとともに、露光光が照射される照度ムラセンサ138Aの位置で順次ピンホール138Pを移動させ、上述したように、各位置における露光光の照度を計測して照度分布（照度ムラ）を求める（計測する）。照度分布計測終了後、照度ムラセンサ138の振動材138Aを移動して、第1液体除去装置40のノズル部43の下に、照度ムラセンサ138の振動材138Aを配置する。

[0096]

上述したように、Zステージ52上において、振動材138Aに埋設する位置には、第1液体除去装置40によって振動材138Aより除去された液体を回収する液体回収部材142が設けられている。液体回収部材142は、上述の液体回収部材42と同様、例えば多孔質セラミックスやスポンジ等の多孔性材料により構成されており、液体を所定量保持可能である。

[0097]

制御装置CONTは、第1液体除去装置40のノズル部43より振動材138Aに対して液体を吹き付けることにより、振動材138Aに付着している液体を吹き飛ばして除去する。吹き飛ばされた液体は、第1液体除去装置40のノズル部43の吹き出し口43Aと対向する位置に配置された液体回収部材142に集積（回収）される。なお、振動材138Aの表面には乾燥処理が施されているので、ピンホール138Pの内部への液体の浸入を防止できるばかりでなく、液体を吹き付けることで振動材138Aより液体を良好に除去できる。

[0098]

Zステージ52内部には、機構部144と連動する機構部145が形成されており、機構部1

受光するための第2受光部121とを備えている。ここで、異物検出系100を構成する受光部118及び第1受光部120等は、基板ステージPST上のうち基板ホルダや洗浄ステーション以外の位置に設けられている。そして、第2受光部120、121の受光結果は光電信号として異物検出系100の一部を構成する制御装置CONTへ出力されるようになっている。制御装置CONTは、第1、第2受光部120、121から出力された光電信号に基づき光学系2表面の光反射率を算出結果として算出し、算出した算出結果と予め記憶されている所定反射率との対比結果に基づき光学系2表面の汚染度を測定するようになっている。つまり、光学系22に異物が付着していれば、この異物の付着による汚染度が算出される。第1受光部120で受光される受光量が変化すると、制御装置CONTは、光学系22表面が光学特性に影響を及ぼすほど汚染されていると判定される。本実施形態時に測定された光学系22表面の光電信号を所定反射率として予め記憶している。

[0088]

図13や図14を参照して説明したように、投影光学系PLの先端の光学系22の洗浄処理を終了した後、制御装置CONTは、基板ステージPSTを移動して異物検出系100を投影光学系PLの下に配置する。そして、異物検出系100から所定の照射光が照射されると、その照射光のうち分岐ミラ119を透過した照射光は光学系22表面を照射した後この表面で反射し、その反射光は第1受光部120により受光される。一方、分岐ミラ119により分岐された照射光（分岐光）は光学系22表面に至ることなく第2受光部121により受光される。そして、分岐光は第120により光電変換された光電信号がそれぞれ制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、第1受光部120からの光電信号と第2受光部121からの光電信号とに基づき、光学系22表面の反射率を算出する。すなわち、一般に、2つの異なる境界面に対してある入射角で光が入射すると、その反射率は、入射光のエネルギーの差をIとすると、 $R = I_r / I_i$ で表される。従って、制御装置CONTでは、第1受光部120からの光電信号に基づくエネルギーの差をI_rとし、第2受光部121からの光電信号に基づくエネルギーの差をI_iとして、光学系22表面の反射率R_rを求める。次に、制御装置CONTは、予め記憶してある所定反射率R₀を算出し、この所定反射率R₀と前記算出されたR_rとの差ΔR(=R₀-R_r)を算出する。そして、求められたΔR₀と前記算出されたR_rとの差ΔRに基づく表示信号を制御装置126に出力する。すると、表示装置126はこの表示信号に基づき光学系22表面の汚染度を数値表示する。制御装置CONTは、汚染度が所定の許容値を超えている場合には、光学系22表面に異物が許容値以上存在すると判断し、再び洗浄処理を行うように洗浄装置を制御する。

[0089]

なおここで、光学系22に照射光を照射し、光学系22表面の散乱光を検出する構成であるが、異物が光学系22に付着している場合、投影光学系PLの後面側において照度ムラセンサ138が観察されるので、基板ステージPST上に設けられた照度ムラセンサを使って、焦点面とデフォーカス面とのそれぞれで照度を計測することにより、異物が付着しているかどうかを検出することができる。

[0090]

なお、図15の実施形態においては、光学系22に光を照射し、その散乱光を受光することによって、光学系22表面に付着した液体や異物（不純物）を検出するようにしているが、検出方法はこれに限られず、例えば前述のマスキングアレイメント系6を用いて検出するようにしてもよい。

[0091]

また、光学系22表面の洗浄だけでなく、基板Pの交換中などの所定のタイミングで投影光学系PLの先端の光学系22に異物が付着しているかどうかを異物検出系により検出し、異物が検出された場合に洗浄動作を行なうようにしてもよい。

[0092]

また、異物検出系100は、投影光学系PLの先端の光学系22の異物検出を行って

44に配置されている液体吸収部材142の底部は流路145に接続されている。流路145は2ステージ52外部に設けられている管径146の一端部に接続されている。一方、管径146の他端部は、2ステージ52外部に設けられているタンク147及びババル148Aを有する管径148を介してポンプ149に接続されている。タンク147には排出流路147Aが設けられており、液体1が所定量溜まったときに排出流路147Aから排出される。そして、制御装置CONTは、第1液体除去装置40の気体供給部41Aを駆動するとともに、ポンプ149を駆動し、液体吸収部材142で回収された液体を、タンク147に吸い込むようにして集める。

[0099]

なお、第1液体除去装置40による板部材138Aの液体除去方法としては、先の実施形態で説明したような、液体の吸引やドライエアの吹き付けなどを用いてもよい。それらを適宜組み合わせ使用してもよい。また、板部材138Aの表面は、全面を親液性にすることを必要なく、一部のみ、例えばピンホール138Pの周囲のみを親液性にしていてもよい。また、黒度ムラセンサ138の板部材138Aの上面に限らず、基板ステージPST上の他の物品の表面も親液性においていてもよい。但し、第1液体除去装置40により除去能力が十分な場合には、必ずしも親液性にする必要はない。

[0100]

また、基板ステージPST上には、照度ムラセンサに限らず、時間平均11-16816号公報に開示されているような照射量センサや、時間平均2002-14005号公報に開示されている補償特性などを計測するための空間積分計測センサなど、放射光学系PLと液体とを通じた露光光を透過過程を介して受光するセンサが他にも配置されている。これらのセンサも透過過程が形成されている平坦部の表面に液体が残留・付着する可能性がある。また、第1液体除去装置40を用いた液体の除去をこれらのセンサに適用してもよい。また、基板ステージPST上に、特開2002-183522号公報に開示されているような反材部材が配置されている場合には、第1液体除去装置40を使って、その表面に残留・付着した液体を除去するようにしてもよい。

[0101]

また、時間平均11-238680号公報や時間平均2000-97616号公報に開示されているような、基板ステージPSTに対して荷重可能なセンサを、基板ステージPSTから外す際に、第1液体除去装置40を用いて液体の除去を行ってから外すようにしてもよい。

[0102]

＜第3液体除去装置を用いた露光装置の実施形態＞、

図18は、第3液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態を示す模式図である。図18において、フォカス射出系4は露光部4aと受光部4bとを備えている。本実施形態においては、放射光学系PLの先端部近傍にはフォカス射出系4の露光部4aから射出された射出光を透過可能な第1光学部材151と、基板P上で反射した射出光を透過可能な第2光学部材152とが設けられている。第1光学部材151及び第2光学部材152は、放射光学系PL先端部の光学系PL2とは分離した状態で支持されており、第1光学部材151は光学系PL2の-X側に配置され、第2光学部材152は光学系PL2の+X側に配置されている。第1、第2光学部材151、152は、露光光ELの光路及び基板Pの移動を防がない位置において液浸領域AR2の液体1に接触可能な位置に設けられている。

[0103]

そして、図18に示すように、例えば基板Pの露光処理中においては、放射光学系PLを通過した露光光ELの光路、つまり光学系PL2と基板P（基板P上の液浸領域AR1）との間の露光光ELの光路が全て液体1で満たされるように、液体供給機構30及び液体回収機構30により液体1の供給及び回収が行われる。また、光学系PL2と基板Pとの間の露光光ELの光路の全てが液体1で満たされ、基板P上において液浸領域AR2が放射領域AR1の全を覆うように所望状態に形成されたとき、その液浸領域AR2を形成す

る液体1は第1光学部材151及び第2光学部材152の表面のそれぞれに密着（密着）するようになっている。基板P上に液浸領域AR2が形成され、液体1が第1光学部材151及び第2光学部材152の端面のそれぞれに密着している状態においては、フォカス射出系4の露光部4aから射出された射出光及びその基板P上での反射光の光路のうち第1光学部材151と第2光学部材152との間の光路は全て液体1で満たされる。また、射出光の光路の全てが液体1で満たされた状態のとき、フォカス射出系4の露光部4aから射出された射出光は、基板P上の放射光学系PLの液浸領域AR1に照射されるように設定されている。

[0104]

また、上記第1、第2光学部材151、152の端面である液体接触面は、例えば液浸領域AR2が形成されている。このように、液浸領域AR2の液体1は第1、第2光学部材151、152の液体接触面に密着し易くなるため、液浸領域AR2の形状を維持し易くなる。

[0105]

なお図18においては、液体供給機構30及び液体回収機構30は簡略化して図示されている。図18に示す液体供給機構10は、液体1を送出可能な液体供給部171と、供給ノズル173と液体供給部171とを接続する供給管172とを備えている。液体供給部171から送出された液体1は、供給管172を通過した後、供給ノズル173の液体供給口174より基板P上に供給される。また、図18に示す液体回収機構30は、液体1を回収可能な液体回収部175と、回収ノズル177と液体回収部175とを接続する回収管176とを備えている。基板P上の液体1は、回収ノズル177の回収口178より回収された後、回収管176を介して液体回収部175に回収される。

[0106]

なおここでは、第1光学部材151と第2光学部材152とは互いに独立した部材であるように説明したが、例えば放射光学系PLの先端部の光学系PL2を囲むように露光の光学部材を配置し、その露光の光学部材の一部に射出光を照射し、液浸領域AR2及び基板P表面を通過した射出光を、露光の光学部材を介して受光するようにしてもよい。光学部材を露光に設けた液浸領域AR2の液体1を露光の光学部材の内側面に密着させることにより液浸領域AR2の形状を良好に維持することができ、また本実施形態においては、第1光学部材151及び第2光学部材152は放射光学系PLに対して分離しているが、放射光学系PLの光学系PL2と一体で設けられていてもよい。

[0107]

図18に示した状態で液浸露光処理を行った後、制御装置CONTは、例えば図13を参照して説明したように、洗浄液（あるいはダミー基板）を放射光学系PLの下に配置し、液体供給機構10及び液体回収機構30を使って洗浄液上に液浸領域AR2を形成し、この液浸領域AR2の液体1で放射光学系PLの先端部の光学系PL2や第1、第2光学部材151、152、あるいは供給ノズル173の供給口174近傍や回収ノズル177の回収口178近傍を洗浄する。この洗浄が終了した後、制御装置CONTは、液体回収機構30などを使って液浸領域AR2の液体1を回収する。

[0108]

液浸領域AR2の液体1を回収した後、制御装置CONTは、図19に示すように、気体を吹き出す気体ノズル160（第3液体除去装置）を不図示の駆動装置によって放射光学系PLの下に配置する。このとき、基板ステージPSTは、基板Pをアノードするためにエーロード・アノード位置（図9参照）に移動しており、気体ノズル160は不図示の駆動装置によって放射光学系PLの下に配置される。また、放射光学系PLの下には、光学系PL2等より落下した液体1を受ける液体受け部材280が配置される。なお気体ノズル160は、基板ステージPST上のうち基板Pを保持する基板ホルダ以外の位置に設けられていてもよい。

[0109]

制御装置CONTは、気体ノズル160の吹出口161より気体を吹き出し、その吹き

使って第1光学部材151あるいは第2光学部材152に付着した液体1を除去し、それらの除去動作を行行うようにしてもよい。このように、複数の気体ノズル160を使つて複数の所定領域のそれぞれに対する液体除去動作を行行うことで、液体除去作業を効率よく行うことができる。

[0121]
また、光学部材2や第1、第2光学部材151、152の端面に付着した液体1を移動する(送かす)ために、例えば図8等参照して説明した第2液体除去装置60の吹き出しコ64Aより吹き出した気体を使つてもよい。

[0122]
上述した実施形態においては、光学部材2や第1、第2光学部材151、152に対して気体を下方から吹き付ける構成であるが、上方から吹き付けるようにしてもよい。例えば図21に示すように、気体ノズル160の吹出口161を下側に向くように形成し、第2光学部材152の端面に付着した液体1を除去する(送かす)ようにしてもよい。もちろん、この気体ノズル160を覆つて第1光学部材151の端面に付着した液体1も除去することができる。あるいは、第1光学部材151(あるいは第2光学部材152)の一部に流路163を形成するとともにその流路163に接続する気体ノズル164を第1光学部材151の端面に設け、流路163及び気体ノズル164を介した気体を、第1光学部材151の端面に上方から吹き付けることも可能である。なお流路163は、フォカス後出系4の後出光の光路を妨げない位置に形成される。

[0123]
なお、上述した実施形態においては、投影光学系PLの先端部の光学部材2や第1及び第2光学部材151、152、あるいは供給ノズル173の供給口174近傍や回収ノズル177の回収口178近傍等を保持した後に、気体ノズル160を用いて気体を除去しているが、洗浄工程は省略してもよい。

[0124]
また気体ノズル160を、上述の第2実施形態と同様に、基板ステージPSTに設け、基板ステージPSTを動かすことによって、気体ノズル160を移動するようにしてもよい。

[0125]
また時間平11-135400号に開示されているように、基板ステージPSTとは組合立して、投影光学系PLの像面側を移動可能なステージをさらに搭載しておき、そのステージに気体ノズル160を配置するようにしてもよい。

[0126]
上述した実施形態においては、吹出口161より気体を吹き出して、光学部材2や第1、第2光学部材151、152、あるいはノズル173、177に付着した液体1を移動しているが、気体を吹き付けることによつて基板ステージPST上に残留(付着)している液体1を移動(除去、送ける)することも可能である。例えば吹出口161を基板ステージPSTの上面向上するように配置して、図3等を参照して説明した基板部材7に対して気体を吹き付け、その基板部材7上に付着している液体1を、吸かす(送かす)こと7の外側(あるいは基板部材7上のうち射出対象領域の外側)に移動する(送かす)ことができる。同様に、図16等を参照して説明した照度ムラセンサ138の上板138Aとが得る。液体1や、例えば時間平11-16816号公報に開示されているような照度センサや、例えば時間平2002-14005号公報に開示されているような照度センサのセンサの上板上に付着した液体1を、気体を吹き付けて、吸かす(送かす)ことができる。

[0127]
<第4液体除去装置の実施形態>
図22は第4液体除去装置を概える流路装置182を介して気体供給管177の途中には、例えば三方バルブ等の流路切替装置185を介して気体供給管181の一端部が接続されている。一方、気体供給管183は気体供給

80に接続されている。流路切替装置182は、液体供給部171と供給口174とを接続する流路を開いているとき、気体供給部180と供給口174とを接続する流路を開く。一方、流路切替装置182は、液体供給部171と供給口174とを接続する流路を開いているとき、気体供給部180と供給口174とを接続する流路を開く。同時に、回収管176の途中には、流路切替装置185を介して気体供給管184の一端部が接続されており、他端部は気体供給部183に接続されている。流路切替装置185は、液体供給部175と回収口178とを接続する流路を開いているとき、気体供給部183と回収口178とを接続する流路を開く。一方、流路切替装置185は、液体回収部175と回収口178とを接続する流路を開いているとき、気体供給部183と回収口178とを接続する流路を開く。

[0128]
この実施形態では、気体供給部180、183、供給口174及び回収口178、並びに流路切替装置182などが液留部を除く第4液体除去装置(液体制御機構)として動作する。

[0129]
例えば基板P上に液浸領域AR2を形成するとき、制御装置CONTは、流路切替装置182、185を駆動し、液体供給部171と供給口174とを接続する流路を開けるとともに、液体回収部175と回収口178とを接続する流路を開ける。このとき、気体供給部180と供給口174とを接続する流路、及び気体供給部183と回収口178とを接続する流路は閉じられている。

[0130]
基板Pの液浸露光が終了した後、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給動作を停止するとともに、その液体供給動作の停止後の所定期間だけ液体回収機構30による液体回収動作を継続し、液浸領域AR2を形成していた液体1を回収する。制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給動作を停止するとき、流路切替装置182を駆動し、液体供給部171と供給口174とを接続する流路を開けるとともに、気体供給部180と供給口174とを接続する流路を開ける。そして、液浸領域AR2の液体1がほぼ無くなった後、制御装置CONTは、気体供給部180を駆動して、気体の供給を開始する。気体供給部180より供給された気体は、気体供給管181及び流路切替装置182を介して、供給ノズル173の供給口174より吹き出す。これにより、流路切替装置182と供給口174との間の流路に残留している液体1を供給口174を介して外側に吹き出して除去することができる。なお、気体供給部180より供給され、供給口174より吹き出した気体を使つて、例えば第1、第2光学部材151、152の端面に付着している液体1や、基板ステージPST(計測部材などを含む)上に付着している液体1を除去することもできる。

[0131]
同様に、制御装置CONTは、液体回収機構30による液浸領域AR2の液体1の回収動作が終了した後、流路切替装置185を駆動し、液体回収部175と回収口178とを接続する流路を開けるとともに、気体供給部183と回収口178とを接続する流路を開ける。そして、制御装置CONTは、気体供給部183より供給された気体を使つて、液浸領域185と回収口178との間の流路に残留している液体1を回収口178を介して外側に吹き出して除去する。なお、その回収口178から吹き出した気体を使つて、第1、第2光学部材151、152の端面に付着している液体1や、基板ステージPST(計測部材などを含む)上に付着している液体1を除去することも可能である。

[0132]
以上説明したように、液体1の供給や回収を行わないときに、気体供給部180、183からクリーンな気体を供給することで、供給管177及び供給ノズル173の内部流路や供給口174近傍、あるいは回収管176や回収ノズル177の内部流路や回収口178近傍にウエーターマークが形成される不都合を防止することができ、

[0133]

<第3液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態>

図23は第3液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態を示す図である。図23において、吹出口161を有する気体ノズル160は液体受け部材190に取り付けられている。液体受け部材190は直長の部材であって、光学系2、ノズル173、177、及び第1、第2光学部材151、152の占有面積よりも大きく形成されており、これら各部材から通り流れた液体1を受けることができるようにになっている。また、液体受け部材190の底部には、多孔質体やスポンジ状部材からなる液体吸収部材199が交換可能に設けられている。液体吸収部材199により液体1を良好に捕獲・保持することができ、また、液体受け部材190は周壁部191を有しており、捕集された液体1の流出は周壁部191によって防止されている。

[0134]

液体受け部材190は、駆動機構193によって移動可能に設けられている。駆動機構193は、アーム部194、アクチュエータ部195及び駆動部196で構成されている。アーム部194の一方の端部は液体受け部材190の側面に接続されており、他方の端部はアクチュエータ部195に接続されている。また、アクチュエータ部195は、軸部196を介して、例えば露光装置EXのボディや投影光学系PLを支持するコラム等の所定の支持部CLに吊り下げられるように取り付けられている。アクチュエータ部195が駆動することで、アーム部194の一端部に取り付けられている液体受け部材190は、図196を旋回中心としてθZ方向に旋回する。制御装置CONTは、駆動機構193のアクチュエータ部195を駆動して液体受け部材190を旋回すること、また、投影光学系PLの下方領域に対して液体受け部材190を進退させることができる。また、アクチュエータ部195はアーム部194を介して液体受け部材190をZ軸方向に移動可能であるとともに、XY方向にも移動することができる。

[0135]

また、液体受け部材190には、例えばCCDなどからなる撮像装置198が設けられている。撮像装置198は光学系2や第1、第2光学部材151、152の表面領域を面検として出力することができる。

[0136]

制御装置CONTは、光学系2や第1、第2光学部材151、152などに対応した液体1を移動（除去）するとき、アクチュエータ部195を駆動して、光学系2と液体受け部材190とを対向し、光学系2に対して液体受け部材190とともに気体ノズル160を移動しながら、光学系2に吹出た液体1を吸い上げる。光学系2のうちの露光光Eの光路上に対応する領域に付着している液体1は、吹き付けられた液体1によって移動し、やがて落下する。光学系2より落下した液体1は液体受け部材190に保持される。こうすることで、例えば投影光学系PL及び液体受け部材190の下に基板ステージPSTが設置されている場合においても、液体受け部材190で液体1を受けることで、光学系2などから除去された液体1が基板ステージPSTに付着する不都合を防止できる。

[0137]

また、制御装置CONTは、撮像装置198の撮像結果に基づいて、気体ノズル160の気体吹き付け動作を制御する。例えば、制御装置CONTは、撮像装置198の撮像結果に基づいて液体1が付着している位置を求め、その液体1が付着している位置と気体ノズル160とを近接合わせして気体の吹き付けを行うことができる。こうすることにより、液体1をより確実に除去することができる。そして、液体1が光学系2より除去されたとき、制御装置CONTは、気体ノズル160による気体吹き付け動作を終了する。

[0138]

なお、液体受け部材190と、例えば第1、第2光学部材151、152とを位置決めする位置決め機構を設けてもよい。位置決め機構としては、図23に破線で示す板バネ部材192を用いることができる。図23に示す例では、板バネ部材192は液体受け部材

10

20

30

40

50

190の周壁部191の上面191Aに設けられている。アクチュエータ部195の駆動によって液体受け部材190がZ方向に移動し、第1、第2光学部材151、152に接近すると、板バネ部材（位置決め機構）192は第1、第2光学部材151、152の外側を挟む。これにより、第1、第2光学部材151、152と液体受け部材190とが位置決めされる。この場合、光学系2（第1、第2光学部材151、152）に対して液体受け部材190に取り付けられた気体ノズル160を相対移動させることは困難であるが、気体ノズル160より吹き出した気体を光学系2の所望領域（この場合、投影領域AR1に対応する領域）に吹き付けてその領域に付着した液体1を良好に除去することができる。

[0139]

<第3液体除去装置を用いた露光装置のさらに別の実施形態>

図24は第3液体除去装置を用いた露光装置の別の実施形態を示す側面図である。図24において、基板ステージPSTは、基板ステージPSTの平面視ほぼ正三角形に設けられ、Z軸方向に移動可能なセンターテーブル250を備えている。センターテーブル250は、不図示の駆動機構によりZ軸方向に移動可能であって、基板ステージPST（Zステージ52）の上面より出た液体を受け取っている。またセンターテーブル250の上面250Aには吸着孔251が設けられている。吸着孔251は基板ステージPST内部に設けられた流路252の一端部に接続されている。一方、流路252の他端部は流路切替装置253を介して第1流路254の一端部及び第2流路255の一端部のいずれか一方に接続可能となっている。第1流路254の他端部は真空系256に接続され、第2流路255の他端部は気体供給部257に接続されている。流路切替装置253は、流路252と第1流路254とを接続して真空系256と吸着孔251とを接続する流路を開け、一方、流路切替装置253は、流路252と第2流路255とを接続して気体供給部257と吸着孔251とを接続する流路を開けている。真空系256と吸着孔251とを接続する流路を開けているとき、真空系256と吸着孔251とを接続する流路を開けている。

[0140]

制御装置CONTは、基板Pを基板ステージPSTにロードするとき、センターテーブル250を上昇し、センターテーブル250上に基板Pを載置し、真空系256を駆動して吸着孔251を介して基板Pの下面を吸着保持する。そして、制御装置CONTは、基板Pを吸着保持した状態でセンターテーブル250を下降し、基板PをZステージ52上の基板ホルダに保持させる。基板ホルダには例えばピンチャック機構が設けられており、基板ホルダによって基板Pを吸着保持する。一方、基板ステージPSTより基板Pをアンロードするときは、制御装置CONTは、基板ホルダによる基板Pの吸着保持を解除するとともに、センターテーブル250で基板Pを吸着保持して上昇する。センターテーブル250が基板Pを吸着保持した状態で上昇することにより、基板PはZステージより離れ、アンロード可能となる。

[0141]

本実施形態においては、センターテーブル250に設けられた吸着孔251より気体を吹き出し、その吹き出した気体を使って、光学系2の下面2aや第1、第2光学部材151、152に付着した液体1を移動する（除去する）。すなわち、制御装置CONTは、光学系2や第1、第2光学部材151、152に付着した液体1を除去するとき、流路切替装置253を駆動し、気体供給部257と吸着孔251とを接続する流路を開け、そして、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY平面に沿って移動しつつ、吸着孔251より気体を吹き出す。気体を吹き付けられることによって、例えば光学系2の下面2aのうち露光光Eの光路上に対応する領域に付着していた液体1は移動され、やがて落下する。

[0142]

本実施形態において、Zステージ52（基板ホルダ）D Pは基板Pとほぼ同等の大きさを有して受け部材D Pが保持されている。液体受け部材D Pは基板Pとほぼ同等の大きさを有して

10

20

30

40

50

い、投影光学系PLと基板P表面に露布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系PLと基板P表面に露布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合、コントララストの向上に寄与するS偏光成分（TE偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数NAが1.0を超えるような場合でも高い解像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平6-188169号公報に開示されているようなライエンパターンの長手方向に含ませた斜入射照明法（特にダイバール照明法）等を適宜組み合わせたものに、例えば、透過率6%のハーフボールド型の位相シフトマスク（ハーフピッチ45nm程度のパターン）を、露光照明法とダイバール照明法とを併用して照明する場合、照明系の端面においてダイバールを形成する二光束の外被円で規定される照明 σ を0.95、その端面における光束の半徑を0.125 σ 、投影光学系PLの開口数をNA=1.2とすると、ランダム偏光を用いるよりも、焦点深度（DOF）を150nm程度増加させることができる。

【0155】
また、例えばA r fエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の微小格距の投影光学系PLを被って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば25~50nm程度のライン・アンド・スペース）を基板P上に露光するような場合、マスクMの構造（例えばパターンの微細化やクロムの厚み）によっては、Wave guide効果によりマスクMが偏光板として作用し、コントララストを低下させるP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりS偏光成分（TE偏光成分）の回折光が多くなり、ランダム偏光でマスクMを照明しても、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光でマスクMを照明しても、投影光学系PLの開口数NAが0.9~1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

【0156】
また、マスクM上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合、Wave Grid効果によりP偏光成分（TM偏光成分）がS偏光成分（TE偏光成分）よりも大きくなる可能性があるが、例えばA r fエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の微小格距の投影光学系PLを使って、25nmより大きいライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合には、S偏光成分（TE偏光成分）の回折光がP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりも多くマスクMから射出されるので、投影光学系PLの開口数NAが0.9~1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

【0157】
更に、マスク（レチクル）のライエンパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明（S偏光照明）だけでなく、特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円形の狭縫（周）方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク（レチクル）のパターンが所定の一方方向に延びるライエンパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるライエンパターンが混在する場合には、同じく特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の狭縫方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数NAが大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。例えば、透過率6%のハーフボールド型の位相シフトマスク（ハーフピッチ63nm程度のパターン）を、光軸を中心とした円形の狭縫方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法（偏角 $3/4$ ）とを併用して照明する場合、照明 σ を0.95、投影光学系PLの開口数をNA=1.00とすると、ランダム偏光を用いるよりも、焦点深度（DOF）を250nm程度増加させることができ、ハーフピッチ55nm程度のパターンで投影光学系PLの開口数NA=1.2では、焦点深度を100nm程度増加させることができる。

【0158】
なお、上記各実施形態の露光Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイパネル用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、

50

あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0159】
露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを投影露光するステップ・アンド・シキヤン方式の投影露光装置（シキヤンステッチャ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一掃露光し、基板Pを短パルスステップ移動させるステップ・アンド・リビート方式の投影露光装置（ステッチャ）にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチャ方式の露光装置にも適用できる。

【0160】
また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特開2000-505958号公報などに開示されているライエンステッチャ型の露光装置にも適用できる。

【0161】
また、上述の実施形態においては、投影光学系PLと基板Pとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、本発明は、特開平6-124873号公報に開示されているような露光対象の露光を保持したステッチャを液槽の中で移動させる露光装置にも適用可能である。

【0162】
露光装置EXの種別としては、基板Pに半導体露光パターンを露光する半導体露光装置用の露光装置に限られず、液晶表示露光装置用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0163】
基板ステージPJSTやマスクステージMSTにリニアモータ（USP5,623,853またはUSP5,528,118参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPJST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【0164】
各ステージPJST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電磁ユニットとを対向させ磁気力により各ステージPJST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電磁ユニットとのいずれか一方をステージPJST、MSTに接続し、磁石ユニットと電磁ユニットとの他方をステージPJST、MSTの移動面に設ければよい。

【0165】
基板ステージPJSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報（USP5,528,118）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【0166】
マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報（USP5,528,118）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【0167】
以上のように、本発明は投影露光装置EXは、本図特許請求の範囲に挙げられた各種成分線を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前段には、各種光学系については光学的精度を確保するための調整、各種機械系については機械的精度を確保するための調整、各種電気系については電気的精度を確保するための調整が行われる。各種サブシステムへの組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的精度、電気回路の配線接続、気圧回路の配線接続等が含まれる。この各種

50

サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいわゆるまでもない。多層サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種調整が達成される。なお、露光装置の製造は程度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0167】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図27に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージング工程を含む）205、検査ステップ206を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【0168】

【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。
【図2】露光領域を形成するための液体供給機構及び液体回収機構を示す概略構成図である。

【図3】基板ステージの平面図である。

【図4】第2液体回収装置の一列を示す図である。

【図5】液体除去機構である第1液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図6】液体除去機構である第1液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図7】液体除去機構である第1液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図8】液体除去機構である第2液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図9】基板ステージが移動する様子を説明するための概略図である。

【図10】液体除去機構である第2液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図11】液体除去機構である第2液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図12】液体除去機構である第2液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図13】液体除去機構の一列を示す概略図である。

【図14】洗浄機構の一列を示す概略図である。

【図15】異物検出系の一列を示す概略図である。

【図16】基板ステージの別の実施形態を示す平面図である。

【図17】第1液体除去装置の一列を示す概略図である。

【図18】本発明の露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図19】本発明に係る液体除去機構の別の実施形態を示す概略図である。

【図20】気体ノズルと光学素子との関係を示す図である。

【図21】本発明の露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図22】本発明の露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図23】本発明の露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図24】本発明の露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図25】図24の基板ステージの要部を上から見た平面図である。

【図26】本発明の露光装置の動作手帳の一列を示すフローチャート図である。

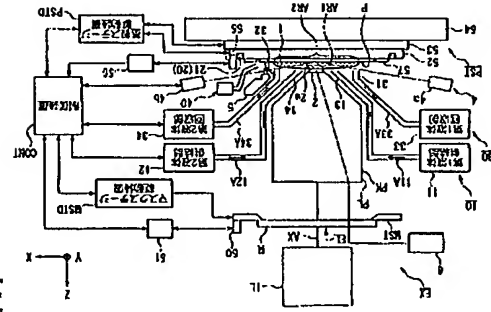
【図27】半導体デバイスの製造工程の一列を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

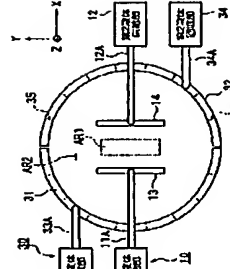
【0169】

1…液体、2…光学素子（部品）、7…基盤部材、10…液体供給機構、13、14…供給ノズル（部品）、20…第2液体回収装置、30…液体回収機構（第1液体回収装置）、31、32…回収ノズル（部品）、40…第1液体除去装置、41…吹き付け装置、60…第2液体除去装置、61…吹き付け装置、62…吸引装置、65…吸引口、81…吸引装置、AR1…吸引領域、AR2…液没領域、E X…露光装置、P…基板、P L…投影光学系、P S T…基板ステージ

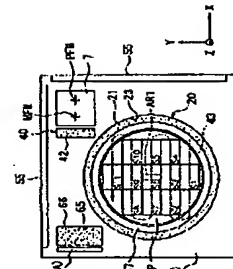
【図1】



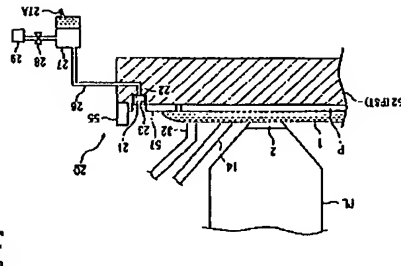
【図2】



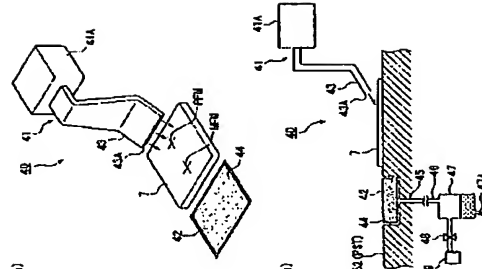
【図3】



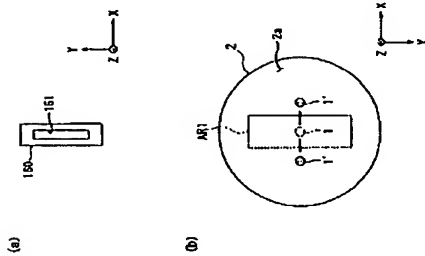
【図4】



【図5】



[區20]



フロントページの続き

- (72)発明者 谷元 昭一
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 水野 誠志
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 白石 健一
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 中野 勝志
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 大和 壮一
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- Fターム(参考) 5F046 AA16 BA03 CB12 CC01 CC06 DA07 DB05 DC10